





Projection system with projector and deflection mirror

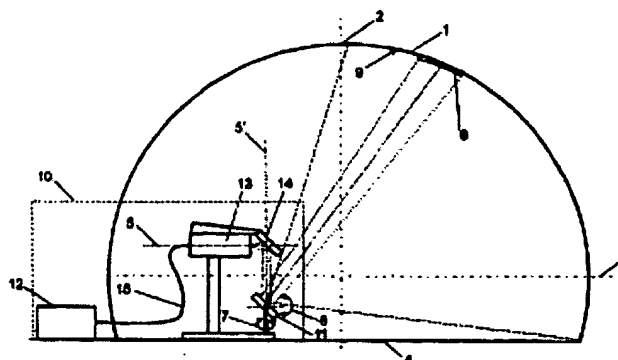
Patent number: DE19851000
Publication date: 2000-06-08
Inventor: HILLER KLAUS (DE); KUHLMANN WERNER (DE);
BUERDORFF ROLAND (DE)
Applicant: LDT GMBH & CO (DE); DORNIER GMBH (DE)
Classification:
- international: G03B21/28; G03B37/00; G09B27/02
- european: G09B27/02
Application number: DE19981051000 19981105
Priority number(s): DE19981051000 19981105

Also published as:

 WO0028378 (A1)
 EP1046080 (A1)
 US6499846 (B1)
 CA2317037 (A1)

[Report a data error here](#)**Abstract of DE19851000**

The invention relates to a projection system comprising a projector (10) and a deflection mirror (11), in which the projected image, after following a direction of projection along a principal axis of projection (5), strikes the deflection mirror (11) which is mounted such that it can be moved in two spatial directions. The mirror surface of said mirror deflects a projected light bundle (22) at an elevation angle and an azimuth angle onto a projection surface (9) positioned on the ground (4). The image is projected from the direction of a zenith (2) at an angle beta which is less than 60 DEG in relation to a vertical starting from said zenith (2). The deflection mirror (11) is positioned on the ground (4). The projected light bundle (22) can be deflected towards the projection surface (9) such that an image (6) can be created on said projection surface (9) and displaced on same.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 198 51 000 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
G 03 B 21/28
G 03 B 37/00
// G09B 27/02

②1 Aktenzeichen: 198 51 000.4
②2 Anmeldetag: 5. 11. 1998
④3 Offenlegungstag: 8. 6. 2000

(5)

⑦1 Anmelder:

LDT GmbH & Co. Laser-Display-Technologie KG,
07548 Gera, DE; Dornier GmbH, 88039
Friedrichshafen, DE

⑦4 Vertreter:

Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 80687
München

⑦2 Erfinder:

Hiller, Klaus, 07551 Gera, DE; Kuhlmann, Werner,
88697 Bermatingen, DE; Buerdorff, Roland, 88090
Immenstaad, DE

⑤8 Entgegenhaltungen:

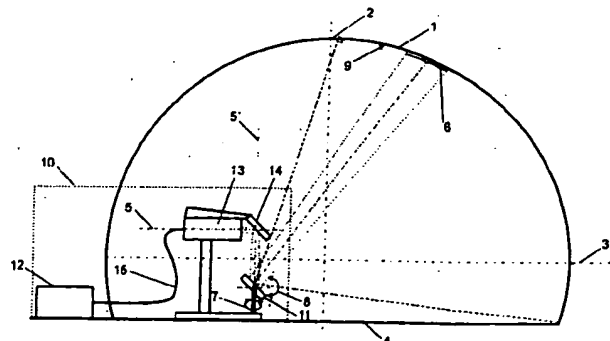
DE	41 25 241 C2
DE	28 41 117 A1
FR	11 43 806 A
US	51 94 009 A
US	28 27 828 A
US	25 10 080 A
WO	98 18 037 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Projektionsanordnung mit einem Projektor und einem Ablenkspiegel

⑤7 Projektionsanordnung mit einem Projektor (10) und einem Ablenkspiegel (11), bei der die Bildprojektion aus einer Projektionsrichtung entlang einer Hauptprojektionsachse (5) auf den in zwei Raumrichtungen beweglich gelagerten Ablenkspiegel (11) trifft, dessen Spiegelfläche ein projiziertes Lichtbündel (22) mit einem Elevationswinkel und einem Azimutwinkel auf eine auf einem Boden (4) stehende Projektionsfläche (9) ablenkt, wobei die Bildprojektion aus der Richtung eines Zenits (2) unter einem Winkel β erfolgt, der kleiner 60° bezogen zu einem Lot aus dem Zenit (2) ist, und der Ablenkspiegel (11) am Boden (4) angeordnet ist, wobei das projizierte Lichtbündel (22) zur Projektionsfläche (9) hin ablenkbar ist, damit ein Bild (6) auf der Projektionsfläche (9) erzeugbar und auf dieser bewegbar ist.



DE 198 51 000 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Projektionsanordnung mit einem Projektor und einem Ablenkspiegel, bei der die Bildprojektion aus einer Projektionsrichtung auf den in zwei Raumrichtungen beweglich gelagerten Ablenkspiegel trifft und dessen Spiegelfläche die Projektionsstrahlen mit einem Elevationswinkel und einem Azimutwinkel ablenkt. Eine derartige Projektionsanordnung kann auch als Zeichenprojektor bezeichnet werden, da ein statisches oder bewegtes Bild erzeugt, auf eine Projektionsfläche projiziert und auf dieser bewegt wird.

Die Projektionsfläche ist bei einer Frontprojektion eine Wand (z. B. Leinwand) oder bei einer Rückprojektion ein Bildschirm (z. B. Mattscheibe). Der Projektor ist dabei nicht auf eine bestimmte Art der Bilderzeugung beschränkt. Es sind Projektoren einsetzbar, die das Bild mittels eines Helligkeits- und/oder farbmodulierten Lichtstrahles schreiben. Diese Projektoren sind auch als Laserprojektoren bekannt. Es sind jedoch auch bildabbildende Projektoren einsetzbar, die ein Bild aus einer geräteinternen Objektebene heraus zur Abbildung bringen, wie dies zum Beispiel beim CRT-, LCD-, DMD- oder Dia-Projektor bekannt ist.

Bekannt ist nach US 5,365,288 DEWALD eine Ablenkvorrichtung für ein mittels eines Laserstrahl erzeugtes Bild. Das Bild ist durch eine K-Spiegel-Anordnung in sich selbst drehbar und wird dann durch einen zweiachsig gelagerten Spiegel so abgelenkt, daß das erzeugte Bild in einem begrenzten Raumbereich abgelenkt werden kann. Die Anordnung der Elemente zur Bildablenkung ist so, daß das Bild in einem auf dem Fußboden stehenden Gerät erzeugt wird und aus dieser bodenseitigen Position heraus auf den Umlenkspiegel gelenkt wird.

Aus dieser Anordnung ergibt sich ein praktisch nutzbarer Ablenkungsbereich, der bezogen zu einer horizontalen Ebene durch die Drehachse des Ablenkspiegels

- zum Fußboden hin infolge der erforderlichen Geräteabmessungen begrenzt ist und höchstens etwa 45° ohne wesentliche Bildabschattungen betragen kann
- zum Zenit hin infolge der sich gegen unendlich vergrößernden Spiegelabmessungen praktisch höchstens 30° sein kann.

Somit ergibt sich für den Betrachter nur eine eingeschränkte Beobachtungsmöglichkeit, die in Richtung des Zenits größer eingeschränkt ist als in Richtung des Bodens. Dies widerspricht aber der üblichen Betrachtungsweise von Bildern, die in der Regel "himmelwärts" projiziert werden, auch schon aus dem Grund, um Abschattungen durch andere Beobachter oder durch Bauteile zu vermeiden. Mit dieser Anordnung ist es unmöglich Bilder in der Nähe des Zenits zu erzeugen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, den Bereich der möglichen Bilddarstellung auf einer vorgegebenen Projektionsfläche zu vergrößern. Der Bereich der Darstellbarkeit eines vergleichsweise kleinen Bildes innerhalb einer im Verhältnis zur Bildgröße großen Projektionsfläche, insbesondere in einer Projektionskuppel, soll vergrößert werden. Die Lage des Darstellungsbereiches soll den normalen Sehgewohnheiten des Beobachters entsprechen. Auch in der Nähe des Zenits und im Zenit soll ein Bild darstellbar sein. Dabei soll mit vergleichsweise geringem Aufwand ein qualitativ hochwertiges monochromatisches, schwarz-weißes oder farbiges Bild darstellbar und gleichzeitig auf der Projektionsfläche insbesondere so schnell bewegbar sein, daß der Betrachter der Bewegung des Bildes im wesentlichen nachfolgen kann. Weiterhin soll eine Anordnung von mehreren Projektoren

möglich sein, wobei auch hier die gegenseitigen Abschattungen minimiert und der Bereich der möglichen Bilddarstellung für alle Projektoren maximiert wird.

Die Erfindung betrifft eine Projektionsanordnung mit einem Projektor und einem Ablenkspiegel, bei der die Bildprojektion aus einer Projektionsrichtung entlang einer Hauptprojektionsachse auf den in zwei Raumrichtungen beweglich gelagerten Ablenkspiegel trifft, dessen Spiegelfläche ein projiziertes Lichtbündel mit einem Elevationswinkel und einem Azimutwinkel auf eine auf einem Boden stehende Projektionsfläche ablenkt, wobei die Bildprojektion aus der Richtung eines Zenits unter einem Winkel β erfolgt, der kleiner 60° bezogen zu einem Lot aus dem Zenit ist, und der Ablenkspiegel am Boden angeordnet ist, wobei das projizierte Lichtbündel zur Projektionsfläche hin ablenkbar, damit ein Bild auf der Projektionsfläche erzeugbar und auf dieser bewegbar ist.

Mit Zenit wird in diesen Unterlagen der Zenit der Himmelskuppel oder der Zenit einer künstlichen Kuppel z. B. in einem Planetarium bezeichnet. Daß der Ablenkspiegel am Boden angeordnet ist, bedeutet nicht, daß dieser direkt am Boden liegt. Er kann über eine Halterung weit über der Bodenoberfläche angeordnet sein oder an einer Wand über der Bodenoberfläche befestigt sein oder auch von einer Decke herab abgehängt sein. Wesentlich ist jedoch, daß die Projektion aus der Richtung des Zenits auf die Spiegelfläche des Ablenkspiegels erfolgt.

Die angegebene Größe des Winkels β , der charakterisiert, daß die Richtung des Lichtbündels, das auf den Ablenkspiegel fällt, aus der Richtung, aus dem Zenit kommt, hat mit einem Winkel von maximal 60° nicht seine absolute Grenze. Vielmehr kann bei diesem Winkel die Größe des Ablenkspiegels noch hinreichend klein gehalten werden, wobei die Bilddarstellung im Flächenbereich um den Horizont bis zum Boden noch gut möglich ist. Der Winkel β kann jedoch auch größer als 60° gewählt werden, wenn der damit zu gewinnende Darstellungsbereich gewünscht ist.

Mittels der erfindungsgemäßen Anordnung gelingt es einen gegenüber dem Stand der Technik wesentlich größeren Flächenbereich, beispielsweise in einer Projektionskuppel eines Planetariums, mit einer Bilddarstellung zu erreichen, ohne daß die Bilddarstellung auf der Projektionsfläche durch Abschattungen gestört wird.

Weiterhin können die Abschattungen, die durch Projektoren oder andere Einbauten und Betrachter hervorgerufen werden, minimiert werden. Insbesondere wird der Flächenbereich um den Zenit herum ohne Einschränkungen und ohne Abschattungen von der Bilddarstellung erreicht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung dieser Anordnung wird mit dem projizierten Lichtbündel ein Bild nur in einem Teilbereich der Projektionsfläche erzeugt und dieses Bild ist dann im gesamten Bereich dieser Projektionsfläche bewegbar. Diese Bewegung kann vergleichsweise schnell erfolgen, da der relativ massereiche Projektor feststeht und nur die vergleichsweise geringe Masse des Ablenkspiegels bewegt werden muß.

Dabei soll das Bild nicht statisch die gesamte Projektionsfläche ausfüllen, wie dies beispielsweise beim Kino der Fall ist, sondern innerhalb des Darstellungsbereiches auf der Projektionsfläche beweglich sein. Das Bild kann für einige Anwendungen gleich oder größer als die Projektionsfläche sein. In diesem Fall können bei einer Bewegung des Bildes Teile des Bildes nicht zur Darstellung gebracht werden. Für viele Anwendungen ist es jedoch ausreichend, wenn die Größe des bewegten Bildes kleiner als 90% bezogen auf die Größe der Projektionsfläche ist. Dies ist beispielsweise bei der Bildnachführung für die Szenenbild-Darstellung im Show-Bereich zweckmäßig, wenn Bilder auf Kulissenein-

richtungen projiziert werden sollen. Dann ist immer auch der gesamte Bildinhalt darstellbar. Das Bild ist für viele Anwendungen insbesondere ein vergleichsweise kleines Bild, zum Beispiel eines Planeten oder Flugkörpers, das auf der Projektionsfläche, zum Beispiel über die "Himmelskugel", bewegt wird. Die Bildgröße des mit dem Projektor darzustellenden Bildes kann aber auch kleiner als 1% der Projektionsfläche sein.

Durch die Realisierung einer Zoom-Funktion im Projektor kann die Bildgröße kontinuierlich eingestellt werden, womit beispielsweise das sich Annähern oder das sich Entfernen eines Fahrzeuges wirklichkeitsnah simuliert werden kann. Diese Zoom-Funktion kann mittels einer Zoom-Optik oder in einem bilderzeugenden Rechner realisiert werden.

Nachfolgend werden weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung beschrieben. Die Ansteuerung des Ablenkspiegels kann relativ einfach ausgeführt werden, wenn die Drehachse zur Einstellung des Elevationswinkels senkrecht zur Hauptprojektionsachse steht und die Drehachse zur Einstellung des Azimutwinkels mit der Hauptprojektionsachse zusammenfällt. Dann entstehen keine Bildverzerrungen infolge der Ablenkung des Bildes durch den Ablenkspiegel. Besonders vorteilhaft ist, wenn die Richtung der Hauptprojektionsachse auf den Ablenkspiegel eine Parallele zum Lot aus dem Zenit ist. Der Winkel β ist dann 0° . Dann liefert jeweils eine der Drehachsen des Ablenkspiegels jeweils nur einen Bewegungsanteil zur azimutalen Position und zur Position Elevation des Bildes. Damit ist eine besonders einfache Zuordnung der Bildposition im Bereich der Projektionsfläche möglich.

Liegt die Richtung der Hauptprojektionsachse auf den Ablenkspiegel im Lot aus dem Zenit einer sphärischen Projektionskuppel, ist ein 360° Bewegung des Bildes besonders gut zu realisieren. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung wird erreicht, wenn der Projektor im Zenit einer Projektionskuppel und der Ablenkspiegel am Boden der Projektionskuppel angeordnet ist, wobei die Drehachse für die Einstellung des Azimutwinkels mit dem Lot aus dem Zenit zusammenfällt. Der Projektor steht dann außerhalb auf der Projektionskuppel und die Strahleinkopplung erfolgt durch eine kleine Luke im Zenit der Projektionskuppel. Hier ist nur noch der Ablenkspiegel innerhalb der Projektionskuppel angeordnet. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung wird erreicht, wenn hier der Ablenkspiegel außerdem noch im Mittelpunkt einer sphärischen Projektionskuppel angeordnet ist. Dann ist die Projektionsentfernung zu allen Bereichen der Projektionskuppel gleich. Die Größe des Bildes ist dann ohne weitere Maßnahmen bei allen Winkelstellungen gleich.

Insbesondere wird durch diese Anordnung die Bilderzeugung mittels der bildabbildenden Projektoren erleichtert, zu denen zum Beispiel Dia-Projektoren, LCD-Projektoren oder DLP-Projektoren gehören, da der mögliche Bereich der Schärfentiefe derartiger Projektoren nur relativ klein ist und hier keine zusätzlichen Maßnahmen zur Einstellung oder Herstellung der Bildschärfe erforderlich sind. Wird die Projektion mit derartigen Projektoren von außerhalb des Kugelmittelpunktes heraus durchgeführt oder das Bild auf eine asphärische Projektionswand gerichtet, ist zwingend eine Nachstellung der Bildschärfe in Abhängigkeit von der Bildposition erforderlich. Bei größeren Bildern können auch Teilbereiche des Bildes unscharf werden.

Dieses Problem tritt bei dem Einsatz eines Projektors, der mit einem schreibenden, im wesentlichen parallelen Laser-Lichtbündel arbeitet, nicht auf. Derartig erzeugte Bilder sind in einem sehr großen Bereich, der mehrere Meter betragen kann, in jeder Projektionsentfernung scharf. Derartige Projektoren sind unter dem Begriff Laser-Projektor bekannt.

Praktisch hat sich gezeigt, daß die Bildgröße von einem Beobachter als feststehend wahrgenommen wird, wenn der Ablenkspiegel so zur Lage der Projektionsfläche angeordnet ist, daß die Projektionsentfernung zu jedem Punkt der Projektionsfläche weniger als $\pm 10\%$ von einer mittleren Projektionsentfernung abweicht. Dieses Ergebnis wird insbesondere dann erreicht, wenn dem Beobachter ein Vergleichsmaßstab fehlt. Eine Zoom-Funktion des Projektors zur Nachstellung der Bildgröße ist nicht unbedingt erforderlich. Für untergeordnete Anwendungen ist jedoch auch eine Abweichung von $\pm 20\%$ akzeptabel. Sind geometrisch genaue Bilddarstellungen erforderlich, sollte die Abweichung der Projektionsentfernung kleiner $\pm 5\%$ sein.

Die Größe des Bereiches, in dem ein Bild mit guter Qualität mit einem nicht zu großen Ablenkspiegel auf der Projektionsfläche ohne Abschattungen bewegbar ist, ist zunächst von der Baugröße des Projektors oder seiner Baugruppen, die sich in der Projektionskuppel befinden, abhängig. Wie in den Ausführungsbeispielen der Erfindung gezeigt wird, kann dieser Faktor absolut minimiert werden.

Die für die Bildprojektion ausnutzbare Größe der Projektionsfläche wird weiterhin durch die Lage der Drehachsen des Ablenkspiegels bezogen zur Projektionsfläche bestimmt. Der Höhe des Ablenkspiegels bezogen auf den Horizont, der beispielsweise in einer Projektionskuppel gegeben ist, bestimmt die Größe des der Bilddarstellung zugänglichen Bereiches maßgeblich. Liegt die Drehachse, die den Elevationswinkel erzeugt, oberhalb des Horizontes, verkleinert sich der Darstellungsbereich, liegt diese unterhalb des Horizontes vergrößert sich der Bereich in dem eine Bilddarstellung möglich ist. Im Extremfall ist die Projektionskuppel eine Kugel, der Projektor befindet sich im Zenit und der Ablenkspiegel befindet sich gegenüber dem Zenit, am Boden. Die Form der Projektionsfläche unterliegt insbesondere bei einem Laser-Projektor wegen der nahezu unbegrenzten Schärfentiefe fast keinerlei Einschränkungen. Die Projektionsfläche kann die Innenfläche oder die Außenfläche einer Kugel, eines Kugelabschnitts oder einer Kugelschicht sein. Die Projektionsfläche kann eine den genannten Grundformen entsprechende asphärisch gewölbte Fläche sein. Die Projektionsfläche kann auch aus einer ebenen Fläche bestehen. Die Projektionsfläche kann auch aus mehreren Teilen dieser Fläche zusammengesetzt, völlig unregelmäßig geformt und/oder dynamisch bewegt sein.

Eine günstige Raumausnutzung und ein praktikabler Aufbau wird erreicht, wenn zu dem Projektor ein feststehender Umlenkspiegel angeordnet ist, der das Lichtbündel aus dem Projektor umlenkt. Wie der Projektor und wo der Projektor in Bezug zur Projektionsfläche angeordnet ist, ist relativ frei wählbar, wie die nachfolgenden Ausführungsbeispiele zeigen. Es muß nur die Bedingung eingehalten werden, daß das Lichtbündel nach der Umlenkung durch den Umlenkspiegel aus der Richtung des Zenits verläuft.

Der Umlenkspiegel ist bei einem bildabbildenden Projektor nach dem Projektionsobjektiv angeordnet. Bei einem Laser-Projektor mit einem schreibenden Lichtbündel ist der Umlenkspiegel nach der Ablenkeinrichtung für das Scannen der Zeilen im Bild oder nach der im Regelfall eingesetzten winkelverändernden Transformationsoptik angeordnet. Zweckmäßig ist es, wenn der Umlenkspiegel mit dem Projektor fest verbunden ist. Wegen der Einfachheit der Steuerung mit Winkelkoordinaten ist es weiterhin zweckmäßig, daß der feststehende Umlenkspiegel in einem Winkel von 45° zur Hauptprojektionsachse aus dem Projektor steht. Dabei ist es besonders günstig, wenn der Projektor selbst mit einem Winkel von 90° zur azimutalen Drehachse des Ablenkspiegels steht. Der Umlenkspiegel kann jedoch auch beweglich sein, um besondere Bildeffekte zu erzeugen. So

kann zum Beispiel das Lichtbündel, das auf den Ablenkspiegel gerichtet ist, mit Hilfe eines steuerbaren Umlenkspiegels auf einen weiteren Ablenkspiegel mit einer anderen Spiegelstellung umgesteuert werden. So können zum Beispiel beim Wechsel zwischen den zwei nebeneinander angeordneten Ablenkspiegeln, die unterschiedliche Spiegelstellungen haben, sprunghafte Bildbewegungen erzeugt werden.

Wie vorstehend schon ausgeführt, ist ein Laser-Projektor, der mit einem schreibenden Laser-Lichtbündel arbeitet besonders zweckmäßig. Der Laser-Projektor umfaßt mindestens eine helligkeits- und/oder farbmodulierte Laserstrahlungsquelle und eine Ablenkeinrichtung zum zeilenmäßigen und bildmäßigen Ablenken des Lichtbündels. Für die Verwendung der Laserprojektoren in Projektionsräumen ist es besonders günstig, wenn dieser Projektor aus einer helligkeits- und/oder farbmodulierten Laserstrahlungsquelle und einem Projektionskopf besteht, die beide mit einer Lichtleitfaser optisch verbunden sind. Die Laserstrahlungsquelle, ist eine monochrome Laserstrahlungsquelle oder eine Rot-Grün-Blau-Laserstrahlungsquelle, mit der Licht effizient in eine Lichtleitfaser einkoppelbar ist. Die durch die Lichtleitfaserverbindung mögliche räumliche Trennung von Lichtquelle und Projektionskopf liefert viele Gestaltungsmöglichkeiten, wie der Einbau des Projektors zum Beispiel in eine Projektionskuppel erfolgen kann.

Durch die räumliche Trennung der Baugruppen bereitet es keine Schwierigkeiten, die heute noch verhältnismäßig schwere und große Laserstrahlungsquelle neben oder unter die Projektionskuppel zu stellen und den vergleichsweise kleinen Projektionskopf in der Projektionskuppel oder auf der Projektionskuppel anzuordnen. Selbst eine Anordnung des Projektionskopfes im Zenit einer Projektionskuppel bereitet hier keine Schwierigkeiten. Wenn die Baugruppen durch die fortschreitende Entwicklung kleiner und leichter werden, ist es dann besser möglich das Projektionssystem in einem Gehäuse zusammenzufassen.

Der Projektionskopf enthält einen Zeilenspiegel und einen Bildspiegel zum Rastern des Lichtstrahles. Weiterhin ist in Lichtrichtung nachfolgend eine die Scann-Winkel vergrößernde Transformationsoptik angeordnet, wenn diese aufgrund der Projektionsverhältnisse (zu erzielende Bildgröße bei einer vorgegebenen Projektionsentfernung) erforderlich ist. Diese Transformationsoptik kann auch eine steuerbare Zoom-Funktion enthalten, wenn die Bildgröße eingestellt oder während der Bilddarstellung variiert werden soll. Die elektronische Steuerung des Zoomfaktors erfolgt in Abhängigkeit von der gewünschten Bildgröße auf der Projektionsfläche, wobei sich auch die Größenänderungen des Bildes infolge von Änderungen des Projektionsabstandes ausgleichen lassen.

Die Erfindung ist aber auch mit Verwendung bild-abbildender Projektoren realisierbar, beispielsweise mit einem Filmprojektor, einem Dia-Projektor, einem LCD- oder CRT-Projektor. Bei derartigen Projektoren wird zweckmäßigerweise ein Projektionsobjektiv verwendet, um die gewünschte Bildgröße einstellen zu können. Üblicherweise werden hier Temperaturstrahler als Lichtquellen eingesetzt. Auch hier kann der Projektor in die Baugruppen Lichtquelle und Projektionskopf aufgeteilt werden. Im Unterschied zum Laser-Projektor enthält der Projektionskopf die Objektebene mit einem dieser zugeordneten Projektionsobjektiv.

Die optische Verbindung zwischen den Baugruppen kann auch über eine Lichtleitfaser oder ein Lichtleitfaserbündel hergestellt werden. Hier kommt insbesondere der Vorteil zur Anwendung, daß die bei dem Betrieb eines Temperaturstrahlers entstehende Wärmeleistung nicht in den Projektionsraum abgegeben werden muß.

Jedoch kann auch bei einem bild-abbildenden Projektor

eine Laserstrahlungsquelle Verwendung finden, die allerdings zur Beleuchtung des Objektfeldes aufgeweitet werden muß. Hier ist ebenfalls die Lichtübertragung über eine Lichtleitfaser von der Laserlichtquelle zum Objektfeld vorgesehen. Bei einer festen Installation ist unabhängig von der Art des Projektors auch die Möglichkeit der Lichtübertragung zwischen Lichtquelle und Projektionskopf im freien Raum eine besonders günstige Variante, wobei bei einer Aufstellung der Lichtquelle außerhalb des Projektionsraumes das Licht durch eine Luke in der Projektionswand oder in der Projektionskuppel geführt werden muß.

Die beschriebenen Projektionssysteme sind für Trainingszwecke und Meßzwecke mit einem Pilot-Laser kombinierbar. Dabei ist die Wellenlänge des Pilot-Laserstrahls unabhängig der Wellenlängen der Projektionsstrahlen. Der Pilot-Laserstrahl ist in den Strahlengang so einkoppelbar, daß dieser einen festen Punkt im abgelenkten Bild repräsentiert und mit dem Bild zusammen bewegbar ist. Zur Einkopplung des Pilot-Laserstrahles ist insbesondere der Umlenkspiegel geeignet, der für die Wellenlänge des Pilot-Laserstrahles lichtdurchlässig ist und alle anderen Wellenlängen reflektiert. Der Pilot-Laserstrahl kann jedoch auch an einer anderen Stelle in den Strahlengang der Projektionsanordnung einkoppelt werden, zum Beispiel über einen zusätzlichen Einkoppelspiegel, wobei die Einkopplung auf Grund der außerhalb des sichtbaren Lichts liegenden Wellenlängen des Pilot-Laserstrahles nach dem Ablenkssystem und nach der Transformationsoptik erfolgen sollte. Die Richtung des Pilot-Laserstrahles kann insbesondere auch der Lage der Hauptprojektionsachse entsprechen oder einem bestimmten Objekt im projizierten Bild zugeordnet sein.

Mit einem auf die Wellenlänge des Pilot-Laserstrahles eingestellten richtungsempfindlichen Empfänger kann die Bewegung des Bildes verfolgt werden oder eine automatische oder eine manuelle Bildverfolgung kann erfaßt und ausgewertet werden.

Aus der obigen Beschreibung der Projektionsanordnung, die mit einem Projektor und einem Ablenkspiegel arbeitet, ergeben sich auch die Vorteile, wenn mehr als ein Projektor in einem Projektionsraum aufgestellt werden. Dabei kann zum Beispiel ein erster Projektor ein die Projektionsfläche ausfüllendes Szenenbild projizieren und ein zweiter Projektor liefert mit Hilfe des Ablenkspiegels ein vergleichsweise kleines Bild, das innerhalb des Szenenbildes bewegbar und völlig unabhängig von diesem Szenenbild darstellbar ist.

Eine weitere Variante ist, daß mehr als ein Projektor mit jeweils zugeordneten Ablenkspiegeln zu einer Projektionsfläche ausgerichtet sind. Somit können zum Beispiel drei Bilder, die verschiedene Objekte darstellen, völlig unabhängig voneinander über die Projektionsfläche bewegt werden. Die Bilder können zum Beispiel je ein Flugzeug darstellen. Dabei können die Ablenkspiegel in horizontaler Richtung nebeneinander liegend angeordnet sein, wobei auch hier die Richtungen der Lichtbündel, die auf die Spiegelflächen der Ablenkspiegel fallen, aus der Richtung des Zenits verlaufen.

Die Ablenkspiegel können in vertikaler Richtung auch übereinander liegend angeordnet sein. Die Ablenkspiegel können dazu noch nebeneinander liegen. Zweckmäßig ist es jedoch wenn Projektoren mit Umlenkspiegeln eingesetzt werden und die Richtungen der Hauptprojektionsachsen der Lichtbündel nach der Strahlumlenkung durch die jeweils zugeordneten Umlenkspiegel zusammenfallen.

Somit sind alle Ablenkspiegel mit einem geringen Abstand voneinander genau übereinander angeordnet. Damit ergeben sich für alle Projektoren nahezu die gleichen Projektionsverhältnisse, da die Projektion aller Bilder aus dem nahezu gleichen Ort erfolgt. Hier kann die Bedingung, daß die Projektionsentfernungen der Projektoren von der mittlere

ren Projektionsentfernung kleiner $\pm 10\%$ beträgt, leicht eingehalten werden.

Besonders vorteilhaft ist gegenüber bekannten Projektionsanordnungen der vergrößerte Winkelbereich, in dem eine Bilddarstellung ohne irgendeine Abschattung möglich ist. Dieser Vorteil tritt insbesondere dann ein, wenn mehr als ein Projektor in einem Projektionsraum angeordnet werden müssen. Außerdem ist die Lage des Winkelbereiches zum Beispiel bezogen auf eine Stellung des Projektors in einer Projektionskuppel günstiger, da jetzt Bilder im Bereich des Zenits bis weit unterhalb des Horizontes dargestellt werden können. Bei Einsatz eines Projektors der mit einem schreibenden Laser-Lichtbündel arbeitet, kommt insbesondere der Vorteil zum Tragen, daß derartig hergestellte Bilder eine nahezu unbegrenzte Schärfentiefe haben und daß eine weitestgehende Korrektur von Bildfehlern vorgenommen werden kann.

Die Erfindung wird an Hand von Figuren beschrieben; die einige Varianten der erfindungsgemäßen Projektionsanordnung genauer darstellen.

Es zeigen:

Fig. 1 Projektor an der Wand einer Projektionskuppel montiert,

Fig. 2 Projektionskopf mit Umlenkspiegel in einer Projektionskuppel montiert, Lichtquelle außerhalb der Projektionskuppel,

Fig. 3 Projektionskopf mit Lichtquelle außerhalb und Umlenkspiegel mit Ablenkspiegel in der Projektionskuppel montiert,

Fig. 4 Projektor im Zenit einer Projektionskuppel montiert,

Fig. 5 Rückprojektor mit Umlenkspiegel,

Fig. 6 Aufbau eines Projektors mit Umlenkspiegel,

Fig. 7 Projektionsanordnung mit mehreren übereinander angeordneten Projektoren in einer Projektionskuppel.

Die Erfindung wird in den Beispielen nach den Fig. 1 bis 4 an Hand einer Projektion in einem Kuppelraum beschrieben, wie dieser für Planetarien oder Simulationsanlagen Verwendung findet. Insbesondere bei Anwendung von Projektionsverfahren mit einem schreibenden Lichtstrahl sind jedoch auch andere beliebig geformte Projektionswände verwendbar, da hier weitestgehende Korrekturmöglichkeiten für Bildverzerrungen zur Verfügung stehen und das Bild in jeder Ebene scharf ist, wie dies in Fig. 5 am Beispiel einer Rückprojektion gezeigt ist. Daher ist ein Projektor mit einem schreibenden Laserlichtstrahl hier besonders geeignet, wie er beispielhaft in Fig. 6 gezeigt wird. In den Figuren bezeichnen gleiche Ziffern gleiche Merkmale.

Fig. 1 stellt den Projektionsraum einer Projektionskuppel 1 schematisch dar. Die Projektionskuppel hat einen Zenit 2 und einen Horizont 3. Im Beispiel liegt der Boden 4 der Projektionskuppel 1 unterhalb des Horizonts 3. Die Hauptprojektionsachse 5 eines Projektors 10 liegt in einem Winkel β zum Lot aus dem Zenit 2. In Lichtrichtung gesehen gelangt das Licht aus dem Projektor 10 auf einen bodenseitig angeordneten, zweiachsig drehbar gelagerten Ablenkspiegel 11. Der Ablenkspiegel 11 wird so bewegt, daß ein projiziertes Bild 6 in Winkelbereichen um eine azimutale Drehachse 7 mit etwa 340° und um eine Drehachse Elevation 8 mit etwa 100° auf der Projektionsfläche 9 bewegbar ist, ohne daß eine Abschattung durch den Projektor vorhanden ist. Der Projektor ist im Beispiel ein LCD-Projektor.

Im Beispiel ist der Winkel β mit etwa 25° bemessen. Es ist ersichtlich, daß hier das projizierte Bild 6 in einem sehr großen Teil der Projektionsfläche 9 ohne irgendwelche Abschattungen bewegt werden kann. Überschreitet die Schrägstellung β der Hauptprojektionsachse aus dem Projektor den Winkel von etwa 60° ist es praktisch nicht mehr mög-

lich im Kuppelbereich unterhalb des Horizontes 3 ein projiziertes Bild 6 zu bewegen. Zum einen erfordert ein größerer Winkel β eine größere Fläche des Ablenkspiegels, was sich nachteilig auf seine Bewegungsdynamik auswirkt. Andererseits verschlechtert sich die Projektionsverhältnisse bei sehr flachen Einfallswinkeln auf den Ablenkspiegel dramatisch.

Der zugehörige elektromechanische Antrieb und die elektronische Steuerung des Ablenkspiegels in den zwei Winkelkoordinaten kann verhältnismäßig einfach ausgeführt werden, wenn die azimutale Drehachse eine Parallele zum Lot auf den Zenit darstellt und die Drehachse Elevation in einer Parallelen zum Horizont 3 liegt. Noch einfacher wird die Steuerung, wenn die Hauptprojektionsachse 5 auf den Ablenkspiegel 11 mit der Richtung der Achse Azimut übereinstimmt. Im Normalfall wird daher der Winkel $\beta = 0^\circ$ gewählt.

Im Beispiel nach Fig. 2 befindet sich der Projektor 10 nur zum Teil in der Projektionskuppel 1. Im Beispiel erzeugt der Projektor 10 das projizierte Bild 6 mit Hilfe eines zeilenmäßig und bildmäßig abgelenkten Laserlichtstrahls. Der Projektor 10 besteht hier aus einer helligkeits- und farbmodulierten Rot-Grün-Blau-Laserlichtquelle 12 und einem Projektionskopf 13 mit einem feststehenden Umlenkspiegel 14 und dem zweiachsig bewegbaren Ablenkspiegel 11. Zweckmäßigerweise ist die Laserlichtquelle 12 außerhalb der Projektionskuppel 1 aufgestellt. Zwischen der Laserlichtquelle 12 und dem Projektionskopf 13 bestehen elektrische Verbindungen und eine Lichtleitfaserverbindung 15 zur Übertragung des helligkeits- und farbmodulierten Laserlichtstrahles.

Der Projektionskopf ist hier auf dem Fußboden aufgestellt. Der Projektionskopf 13 kann hier gegenüber dem Beispiel in Fig. 1 wesentlich kleinere Außenabmessungen haben, so daß die Abschattungen durch den Projektor noch geringer werden.

Eine weitere Verringerung der Abschattung wird dadurch erreicht, daß der Projektor mit seiner Hauptprojektionsachse 5 im wesentlichen horizontal angeordnet wird. Durch einen feststehenden Umlenkspiegel 14, der am Lichtaustritt des Projektionskopfes 13 befestigt ist, wird die Hauptprojektionsachse 5 in eine Richtung umgelenkt, die im Winkel β zum Lot aus dem Zenit 2 ist. Im Beispiel ist $\beta = 0^\circ$.

In Fig. 3 ist der Projektor 10 mit seiner Rot-Grün-Blau-Laserlichtquelle 12 und dem Projektionskopf 13 außerhalb der Projektionskuppel 1 aufgestellt. Nur der feststehende Umlenkspiegel 14 und der zweiachsig bewegbare Ablenkspiegel 11 befinden sich in der Projektionskuppel.

Das abgelenkte helligkeits- und farbmodulierte Laser-Lichtbündel gelangt durch eine Luke 16 in die Projektionskuppel 1. In der Projektionskuppel 1 sind nur noch der Umlenkspiegel 14 und der Ablenkspiegel 11 angeordnet.

Wählt man die Anordnung des Projektionskopfes so, daß seine Hauptprojektionsachse 5 parallel oder im Winkel $\beta > 0^\circ$ zum Lot aus dem Zenit 2 steht, kann auch hier auf den feststehenden Umlenkspiegel verzichtet werden (gestrichelt dargestellt).

Fig. 4 zeigt eine vorteilhafte Anordnung des Projektors 10 außerhalb der Projektionskuppel 1. Die Projektion erfolgt hier aus dem Zenit 2 der Projektionskuppel im Lot auf den bodenseitig angeordneten zweiachsig auslenkbaren Ablenkspiegel 11 durch die Luke 16. Hier gelingt es, das Bild im gesamten Raum der Dreiviertel-Kugel zu bewegen. Die Bewegung des Bildes 6 ist jedoch in Bereiche bis tief unterhalb des Horizontes 3 möglich. Ohne daß die Auslenkung des Ablenkspiegels vom Lot aus gemessen wesentlich größer als 60° erfolgen muß, kann die überwiegend große Fläche des Kugelraumes unterhalb des Horizonts 3 vom bewegten Bild erreicht werden. Die in den Fig. 1 bis 4 be-

schriebenen Kuppelprojektionen auf eine Projektionsfläche sind natürlich auch genauso verwendbar, wenn die Projektionsfläche transparent ist und der Beobachter das Bild von außerhalb der Kuppel betrachtet. Die Projektionsfläche kann insbesondere bei einem Laser-Projektor nahezu beliebig geformt sein, da hier weitreichende Möglichkeiten zur Korrektur von Bildfehlern einsetzbar sind.

In Fig. 5 wird ein Beispiel einer Rückprojektion dargestellt. Die Projektionsfläche 9 ist hier ein lichtdurchlässiger sphärischer Bildschirm. Die Bildprojektion erfolgt auf die Rückseite des Bildschirms und das Bild wird von der Vorderseite betrachtet.

In Lichtrichtung gesehen gelangt das Licht aus dem Projektor 10 zunächst auf den Umlenkspiegel 14 und dann auf den bodenseitig angeordneten, zweiachsig drehbar gelagerten Ablenkspiegel 11. Der Ablenkspiegel 11 wird so bewegt, daß ein projiziertes Bild 6 in Winkelbereichen um eine azimutale Drehachse 7 mit etwa 340° und um eine Drehachse Elevation 8 mit etwa 90° bewegbar ist und von einem geeignet geformten Bildschirm darstellbar ist.

Fig. 6 zeigt die Ausführung eines Projektors 10 mit einer Laserlichtquelle 12 und einem Projektionskopf 13. Der Projektor besteht aus den in Lichtrichtung angeordneten Baugruppen Laserlichtquelle 12, Ablenkeinrichtung 17, Transformationsoptik 18, Umlenkspiegel 14 und zweiachsig auslenkbaren Ablenkspiegel 11 mit dem Antriebsmechanismus. In einem Gehäuse 19 befinden sich die Laserstrahlungsquelle 12 und die elektrischen Steuerungen für den Betrieb der Laserlichtquelle, die Modulation des Laserlichts, für die Ablenkeinrichtung 17, die Zoom-Funktion der Transformationsoptik 18, und die Antriebe für den Ablenkspiegel 11. Die Baugruppen Ablenkeinrichtung 17, Transformationsoptik 18, Umlenkspiegel 14 und zweiachsig auslenkbaren Ablenkspiegel 11 mit dem Antriebsmechanismus sind auf ein Gestell 20 montiert, das mit dem Gehäuse 19 verbunden ist. Dieses Gehäuse 19 steht auf dem Boden 4 der Projektionskuppel 1. Wie in Fig. 3 gezeigt ist, kann eine Trennung von Lichtquelle 12 und Projektionskopf 13 vorgenommen werden. In diesem Fall steht das Gehäuse 19 separat und das Gestell 20 ist zum Beispiel an der Wand der Projektionskuppel 1 befestigt. Weiterhin ist in Fig. 6 gezeigt, daß in Richtung der Hauptprojektionsachse 5' auf den Ablenkspiegel 11 optional ein Pilot-Laserstrahl 21 über einen teildurchlässigen Umlenkspiegel 14 eingekoppelt wird. Der Pilot-Laserstrahl 21 wird mit dem zur Bilderzeugung dienenden Lichtbündel 22 durch den Ablenkspiegel 11 abgelenkt und ist somit immer einer Position im dargestellten Bild zuordenbar.

Fig. 7 zeigt einen Projektionsraum mit einer sphärischen Projektionsfläche. In dem Projektionsraum sind drei Projektoren (10, 10', 10'') mit zugehörigen Umlenkspiegeln (14, 14', 14'') und Ablenkspiegeln (11, 11', 11'') gemäß der Fig. 6, so übereinander angeordnet, daß die Richtungen der Hauptprojektionsachsen nach der Strahlumlenkung durch die Umlenkspiegel auf einer Gerade die mit dem Lot aus dem Zenit (2) identisch ist. Jeder der drei Projektoren entspricht im Aufbau dem Projektor, der in Fig. 6 dargestellt ist. Die drei Projektoren sind in der Nähe des geometrischen Mittelpunktes der Projektionskuppel (1) angeordnet. Somit ist die Projektionsentfernung von allen Projektoren (10, 10', 10'') zu allen Teilen der Projektionsfläche (9) ungefähr gleich groß. Die Darstellung der drei Projektoren (10, 10', 10'') in Fig. 7 ist im Verhältnis zur Darstellung der Größe der Projektionskuppel (1) nicht in einem Maßstab. Die Projektionskuppel (1) hat zum Beispiel einen Durchmesser von 20 Meter, während ein einzelner Projektor (10) die Abmessungen 900 mm in der Länge, 400 mm in der Höhe und 200 mm in der Breite hat. In Fig. 7 ist gezeigt, daß der Ablenkspiegel (11) des mittleren Projektors (1) genau im Zentrum der Projektions-

kuppel (1) angeordnet ist. Die Ablenkspiegel (11', 11'') der anderen Projektoren (10', 10'') sind jeweils etwa 500 mm von der Mitte entfernt. Bei einem Zeilenöffnungswinkel von 5° wird das Bild (6), das vom mittleren Projektor (10) erzeugt wird, etwa 900 mm breit. Die sich ergebende Differenz in der Bildbreite der Bilder (6', 6'') aus den zwei anderen Projektoren (10', 10'') zu dem Bild (6) des mittleren Projektors (10) ist etwa 45 mm. Damit liegen die maximal möglichen Größenunterschiede der Bilder in einem Bereich, der insbesondere bei bewegten Bildern vom Beobachter nicht mehr erfassbar ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Projektionskuppel
- 2 Zenit
- 3 Horizont
- 4 Boden
- 5 Hauptprojektionsachse
- 6 Bild
- 7 azimutale Drehachse
- 8 Drehachse Elevation
- 9 Projektionsfläche
- 10 Projektor
- 11 Ablenkspiegel
- 12 Lichtquelle
- 13 Projektionskopf
- 14 Umlenkspiegel
- 15 Lichtleitfaser
- 16 Luke
- 17 Ablenkeinrichtung
- 18 Transformationsoptik
- 19 Gehäuse
- 20 Gestell
- 21 Pilot-Laserstrahl
- 22 Lichtbündel

Patentansprüche

1. Projektionsanordnung mit einem Projektor (10) und einem Ablenkspiegel (11), bei der die Bildprojektion aus einer Projektionsrichtung entlang einer Hauptprojektionsachse (5) auf den in zwei Raumrichtungen beweglich gelagerten Ablenkspiegel (11) trifft, dessen Spiegelfläche ein projiziertes Lichtbündel (22) mit einem Elevationswinkel und einem Azimutwinkel auf eine auf einem Boden (4) stehende Projektionsfläche (9) ablenkt, wobei die Bildprojektion aus der Richtung eines Zenits (2) unter einem Winkel β erfolgt, der kleiner 60° bezogen zu einem Lot aus dem Zenit (2) ist, und der Ablenkspiegel (11) am Boden (4) angeordnet ist, wobei das projizierte Lichtbündel (22) zur Projektionsfläche (9) hin ablenkbar, damit ein Bild (6) auf der Projektionsfläche (9) erzeugbar und auf dieser bewegbar ist.
2. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem projizierten Lichtbündel (22) nur auf einer Teilfläche der Projektionsfläche (9) ein Bild (6) erzeugbar ist und dieses Bild im Bereich der Projektionsfläche (9) bewegbar ist.
3. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehachse (8) zur Einstellung des Elevationswinkels senkrecht zur Hauptprojektionsachse (5) steht und eine Drehachse (7) zur Einstellung des Azimutwinkels mit der Hauptprojektionsachse (5) zusammenfällt.
4. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel $\beta = 0^\circ$ gilt.

5. Projektionsanordnung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptprojektionsachse (5) mit dem Lot aus dem Zenit (2) einer Projektionskuppel (1) zusammenfällt.
6. Projektionsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Projektor (10) im Zenit (2) einer Projektionskuppel (1) und der Ablenkspiegel (11) am Boden der Projektionskuppel angeordnet ist, wobei die Drehachse (7) für die Einstellung des Azimutwinkels mit dem Lot aus dem Zenit (2) zusammenfällt.
7. Projektionsanordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablenkspiegel (11) so zur Lage der Projektionsfläche (9) angeordnet ist, daß die Projektionsentfernung zu jedem Punkt der Projektionsfläche weniger als $\pm 10\%$ von einer mittleren Projektionsentfernung abweicht.
8. Projektionsanordnung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Projektor (10) und dem Ablenkspiegel (11) ein Umlenkspiegel (14) angeordnet ist, der das vom Projektor (10) kommende Lichtbündel (22) so umlenkt, daß die Richtung der Hauptprojektionsachse (5) des Lichtbündels (22) nach der Umlenkung durch den Umlenkspiegel (14) unter dem Winkel β aus dem Zenit gerichtet ist.
9. Projektionsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Umlenkspiegel (14) feststehend angeordnet ist.
10. Projektionsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelfläche des Umlenkspiegels (14) unter einem Winkel von 45° zur Hauptprojektionsachse (5) des aus dem Projektor (10) kommenden Lichtbündels (22) steht und weiterhin in einem Winkel von 45° zum Lot aus dem Zenit (2) angeordnet ist.
11. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Projektor (10) ein Laser-Projektor ist, der eine mit der Bildinformation modulierbare Laserstrahlungsquelle als Lichtquelle (12) und Ablenkeinrichtung (17) zum zeilenmäßigen und bildmäßigen Ablenken des Lichtbündels (22) umfaßt.
12. Projektionsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (12) des Laser-Projektors eine monochrome Laserstrahlungsquelle oder eine Rot-Grün-Blau-Laserstrahlungsquelle ist.
13. Projektionsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung (17) einen Zeilenspiegel und einen Bildspiegel zum Rastern des Lichtbündels (22) und eine Transformationsoptik (18) enthält, mit welcher die Winkelablenkungen des Lichtbündels (22) in Zeilenrichtung und in Bildrichtung einstellbar sind.
14. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Projektor (10) ein bild-abbildender Projektor ist, insbesondere ein Filmprojektor, ein Dia-Projektor, ein LCD-, DLP oder CRT-Projektor, wobei die Lichtquelle eine Laserstrahlungsquelle oder ein Temperaturstrahler ist.
15. Projektionsanordnung nach Anspruch 11 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lichtleitfaser vorgesehen ist, die mit ihrem einen Ende mit einer Lichtquelle (12) verbunden ist und mit ihrem anderen Ende mit der Ablenkeinrichtung (17) in einem Projektionskopf (13) des Laser-Projektors oder mit einem Objektfeld des bildabbildenden Projektors optisch verbunden ist.
16. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Pilot-Laserstrahl (21), dessen Lichtwellenlänge ungleich der(den) Wellenlänge(n) des(der) Lichtbündel(s) (22) ist, in den Strahlengang zur Projektion des Bildes (6) so einkoppelbar ist, daß der Pilot-Laserstrahl (21) einem festen Punkt im abgelenkten Bild (6) zugeordnet ist, wobei er bevorzugt mit der Lage der Hauptprojektionsachse (5) zusammenfällt und mit Hilfe des Ablenkspiegels (11) zusammen mit dem Bild (6) auf der Projektionsfläche (9) bewegbar ist.
17. Projektionsanordnung nach Anspruch 16 dadurch gekennzeichnet, daß der Pilot-Laserstrahl (21) über einen für seine Wellenlänge durchlässigen Umlenkspiegel (14) einkoppelbar ist.
18. Projektionsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu einer Projektionsfläche ein erster Projektor angeordnet ist, der ein die Projektionsfläche ausfüllendes Szenenbild projiziert und weiterhin zu der Projektionsfläche ein zweiter Projektor mit einem zugehörigen Ablenkspiegels angeordnet ist, wobei der zweite Projektor ein vergleichsweise kleines Bild projiziert, das innerhalb des Szenenbildes bewegbar und völlig unabhängig von diesem Szenenbild darstellbar ist.
19. Projektionsanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als ein Projektor (10) mit jeweils zugeordneten Ablenkspiegeln (11) zu einer Projektionsfläche (9) ausgerichtet sind.
20. Projektionsanordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkspiegel (11) in horizontaler Richtung nebeneinander liegend angeordnet sind und die Richtungen der Lichtbündel (22), die auf die Spiegelflächen der Ablenkspiegel (11) fallen, aus der Richtung des Zenits verlaufen.
21. Projektionsanordnung nach Anspruch 19 oder Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkspiegel (11) in vertikaler Richtung übereinander liegend angeordnet sind.
22. Projektionsanordnung nach Anspruch 21 und Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtungen der Hauptprojektionsachsen der Lichtbündel (22) nach der Umlenkung durch die jeweils zugeordneten Umlenkspiegel (14) zusammenfallen.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

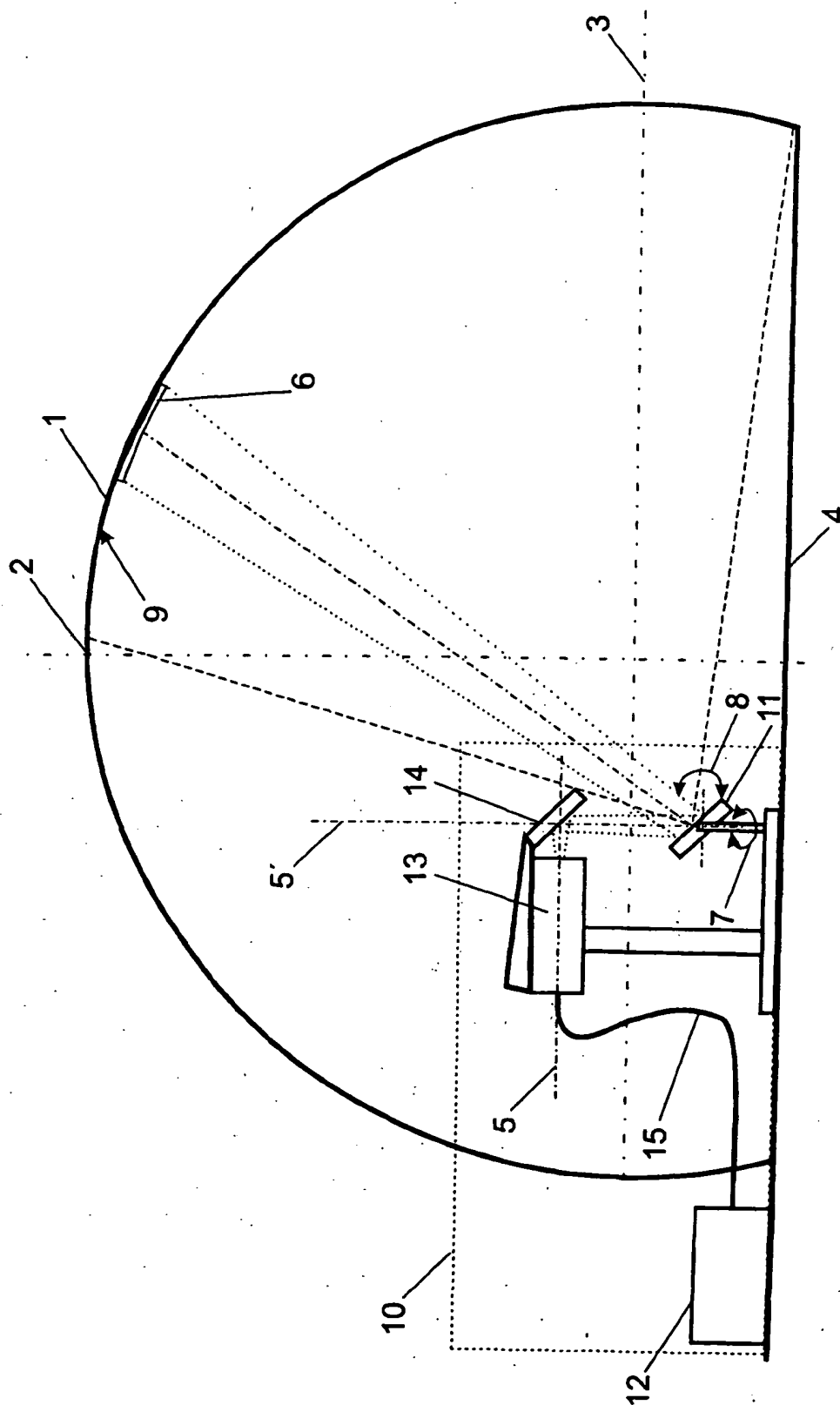


Fig. 2

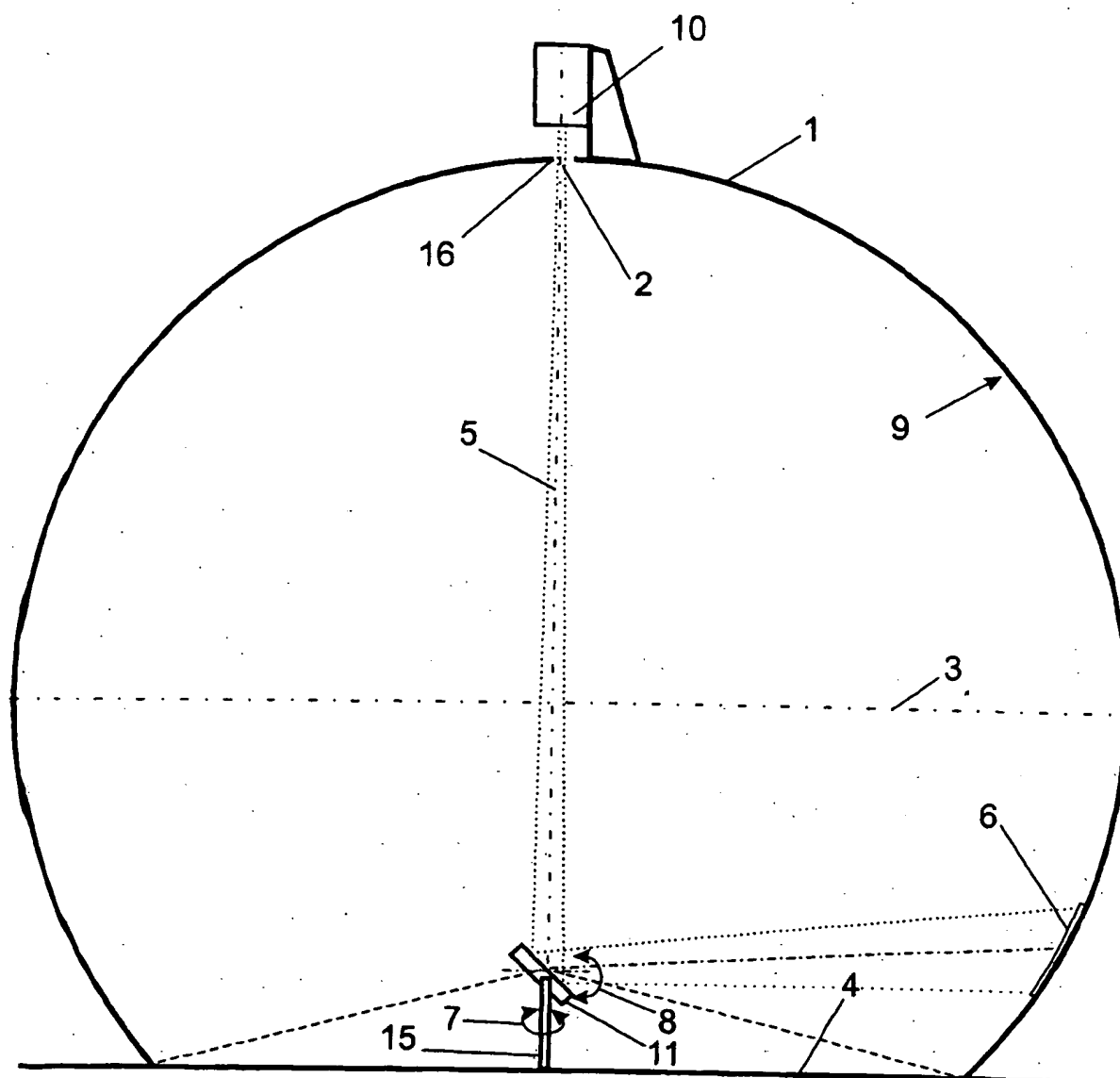


Fig. 4

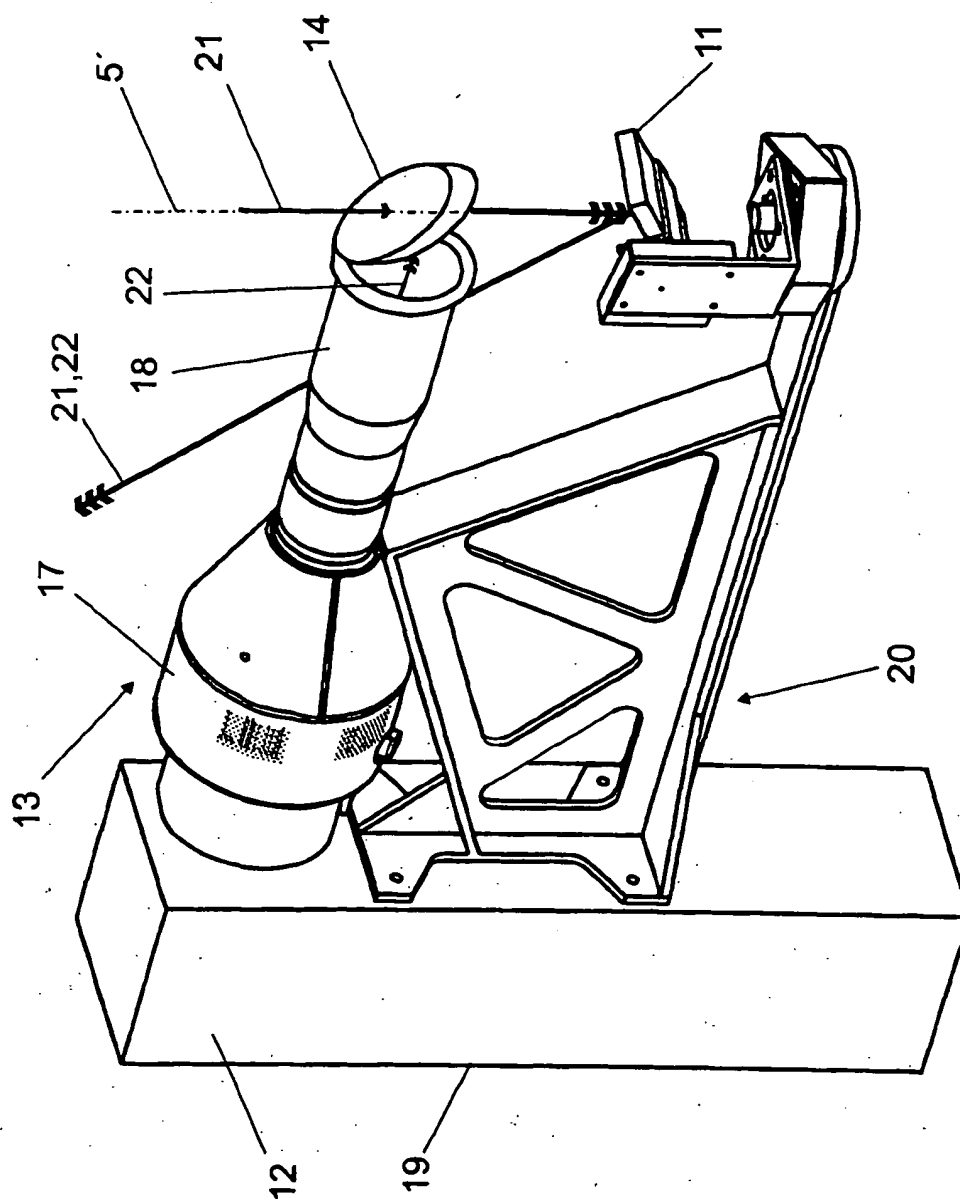


Fig. 6

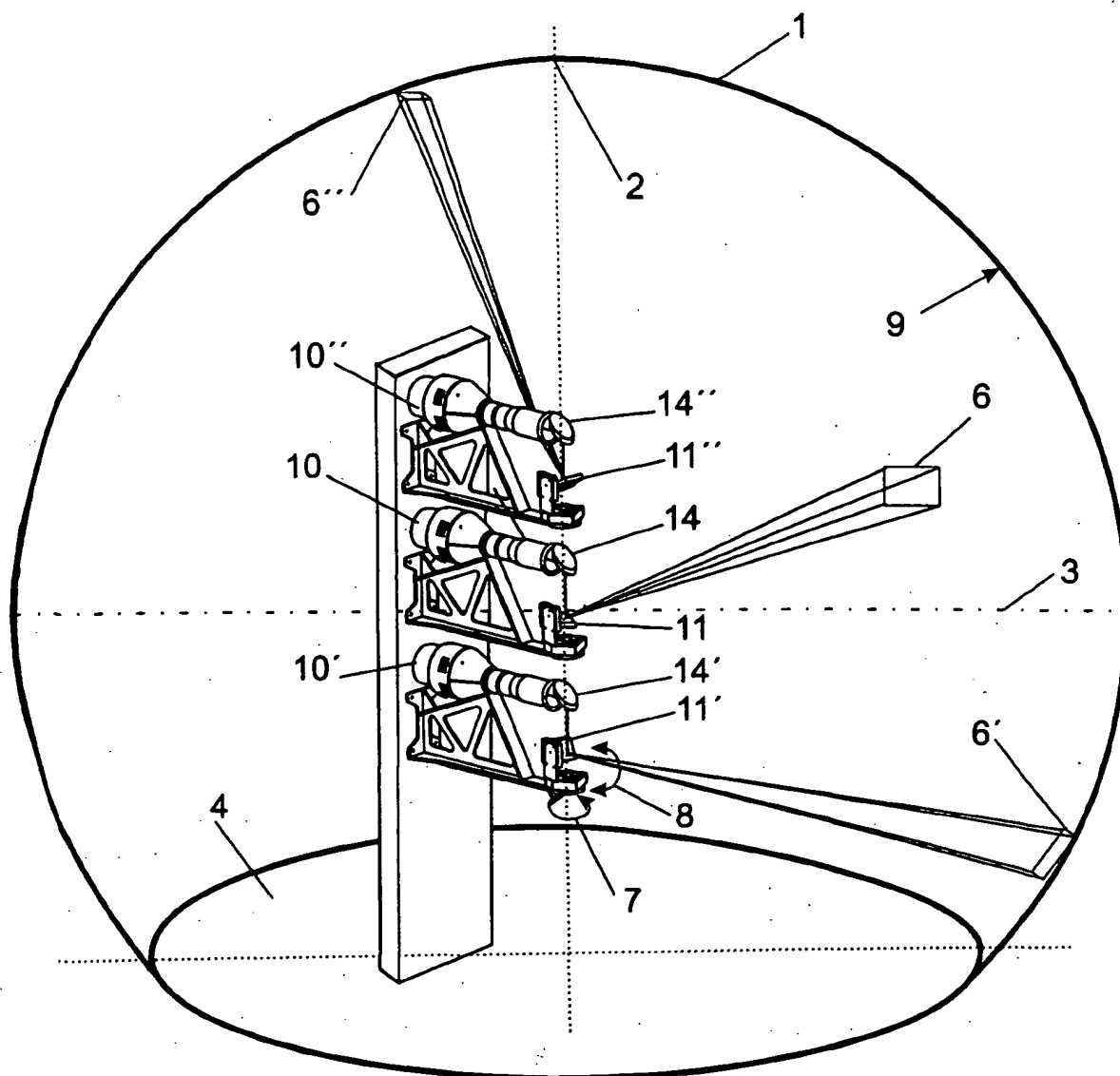


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.